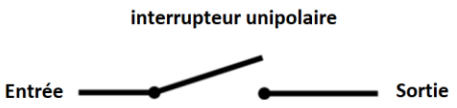
EdgeDebounce

TUTORIEL

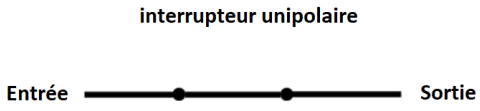
UN INTERRUPTEUR NE PEUT ÊTRE QUE FERMÉ OU OUVERT, NON?

Oui et non. Un interrupteur est conçu pour interrompre le courant ou lui laisser le passage. Habituellement, l'interrupteur est composé de deux (ou plus) pièces d'un élément conducteur. Quand les deux pièces sont en contact, l'interrupteur est fermé et laisse passer le courant entre les deux bornes. Quand les deux pièces ne sont plus en contact, l'interrupteur est ouvert et le courant ne passe plus.

OUVERT

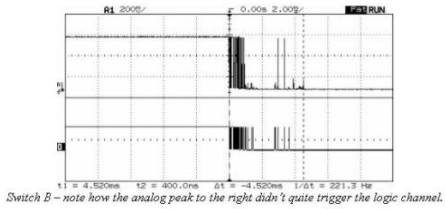


FERMÉ



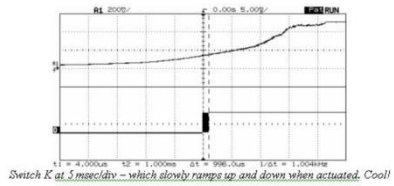
Malheureusement, il y a deux moments où l'interrupteur laisse passer le courant d'une manière aléatoire. C'est quand on l'ouvre ou quand on le ferme. Quand les contacts sont tout près un de l'autre, mais que l'interrupteur n'est pas tout à fait ouvert ou fermé. Les électrons peuvent migrer d'un contact vers l'autre se manière sporadique. On pourrait le comparer à des éclairs dans un orage. Plus les contacts sont près l'un de l'autre, plus il y aura d'éclairs laissant passer le courant de l'un à l'autre.

Voici un exemple, à l'oscilloscope, d'un interrupteur que l'on est en train de fermer[1] :


Switch B – note how the analog peak to the right didn't quite trigger the logic channel.

Dans le haut de l'image, on voit le voltage tel que mesuré. Dans le bas on voit le voltage retourné par un convertisseur analogue-digital. On peut voir les « éclairs », très fréquents au début, puis qui s'espacent jusqu'à ce que le convertisseur se stabilise à 0 V. Il se passe 2 millisecondes entre le moment où l'interrupteur commence à être relâché et celui où il est enfin stable. Si on met en boucle un digitalRead() pendant cette période, il retournera environ 650 lectures et on ne peut être certain d'aucune d'elles.

Voici un autre exemple :


Switch K at 5 msec/div – which slowly ramps up and down when actuated. Cool!

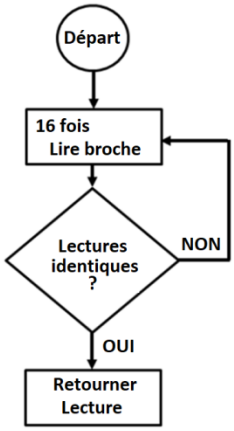
Cet interrupteur ne se comporte pas comme l'autre. Le voltage augmente progressivement. Si on regarde l'image du bas, il se passe quelque chose d'étrange. Pendant un certain temps le convertisseur analogique-digital est stable à 0 V. Puis, il devient très instable, passant de 5 V à 0 V très rapidement. Il se stabilise enfin à 5V, quand l'interrupteur est effectivement fermé. Cela tient aux spécifications du convertisseur analogique-digital. S'il mesure entre 0 et 0,8 V sur la broche, il retourne LOW. S'il mesure entre 2,2 et 5 V, il retourne HIGH. Entre 0,8 et 2,2 V, il retourne au hasard HIGH ou LOW, ne nous laissant pas savoir que c'est ce qu'il fait.

[1] Ces exemples sont tirés de : http://www.ganssle.com/debouncing.htm

COMMENT SAVOIR SI L'INTERRUPTEUR EST RÉELLEMENT FERMÉ OU OUVERT?

Comme nous venons de le voir, le comportement erratique ne se produit que lorsque l'interrupteur est en voie de se fermer ou de s'ouvrir. L'approche en sera une de patience. Au lieu de ne prendre qu'une lecture de la broche, nous en prendrons plusieurs successivement. Supposons que l'on décide de prendre 16 lectures successives aussi rapprochées que possible (le tout se passe en environ 90 millionièmes de secondes). On vérifie ensuite que toutes les lectures sont identiques (toutes HIGH ou toutes LOW). Si c'est le cas, les probabilités que le résultat soit valide est grand. Si, par contre, il y a des lectures HIGH parmi des LOW, on a la certitude que l'on est en phase de transition. Comme on l'a dit précédemment, il suffit d'être patient et d'attendre que la tempête cesse. On va reprendre des séries de 16 lectures jusqu'à ce qu'elles concordent toutes (16 HIGH ou 16 LOW).

L'ALGORITHME[2]



1. Lire 16 fois la broche
2. Si toutes les lectures sont identiques, retourner la lecture
3. Si non, reprendre à l'étape 1

Par défaut, les broches sont lues en rafales de 16. Il est toutefois possible de changer la taille de ces rafales entre 1 (aucune stabilisation du signal) et 32 (nombre maximal de lectures faites en rafale ≈120 μs).

Pour la plupart des interrupteurs, 16 lectures par rafale sont suffisantes pour stabiliser le signal. Selon le type d'interrupteur ou de l'application qu'on désire en faire, il est possible d'en changer la valeur. Par exemple, j'ai plusieurs encodeurs et j'obtiens de meilleurs résultats avec ceux-ci avec des rafales de 8 lectures.

La création d'un objet se fait ainsi :

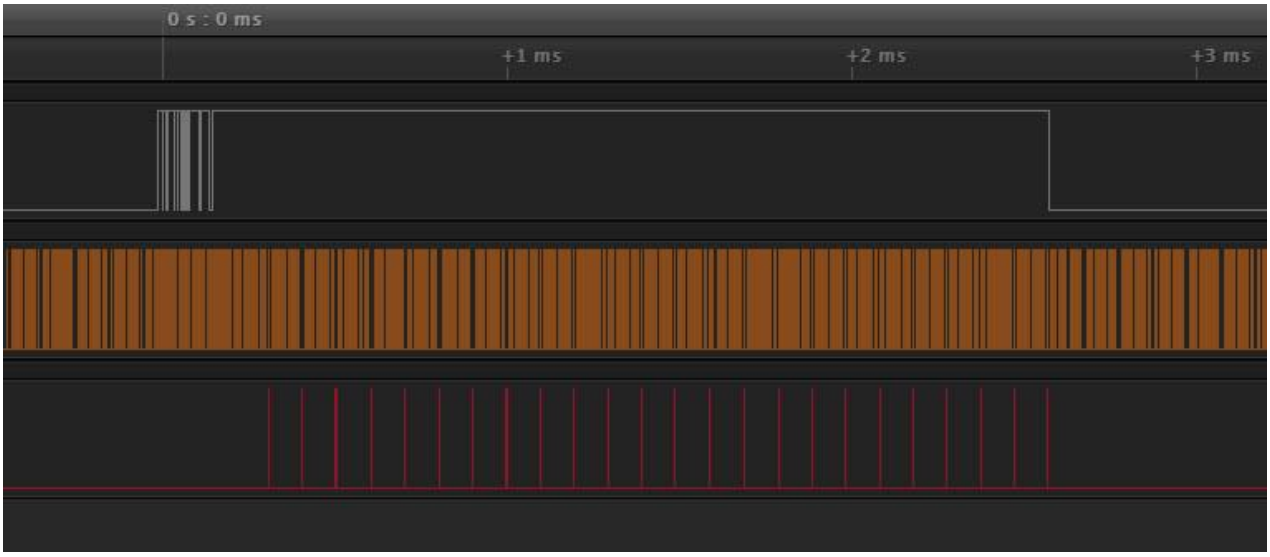
```
EdgeDebounce bouton(BROCHE_BOUTON, PULLDOWN);
```

La lecture de bouton se fait ainsi:

```
if (bouton.closed()) {
  //Faire quelque chose
}
else {
  //Faire autre chose
}
```

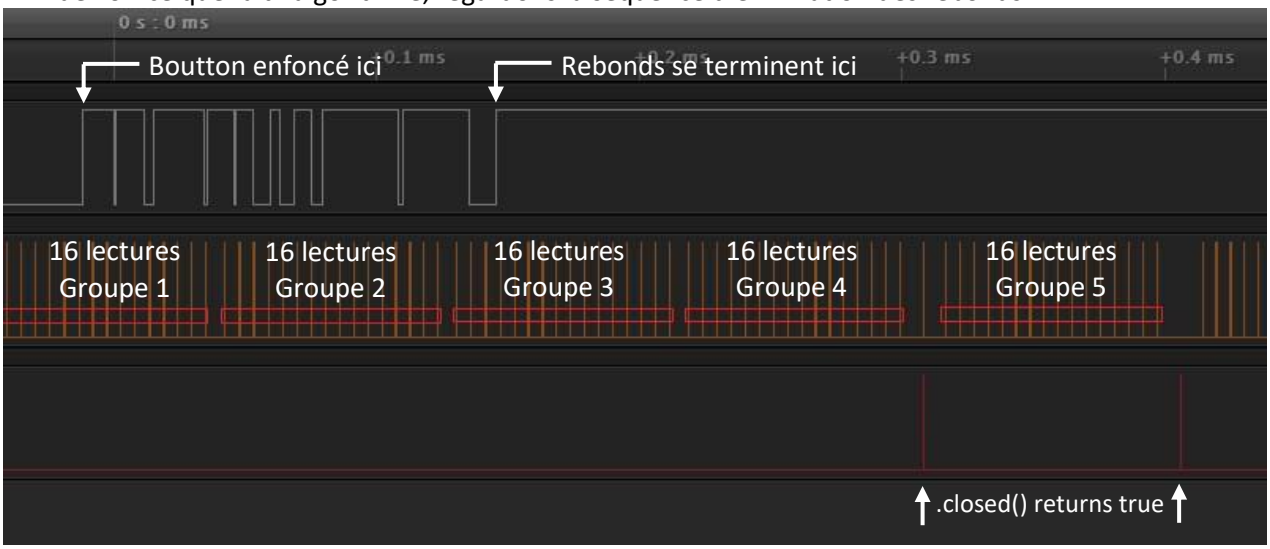
[2] Cet algorithme peut être retrouvé ici : http://www.ganssle.com/debouncing-pt2.htm

Quand j'ai mentionné cette Librairie sur le forum d'Arduino, **larryd** m'a envoyé des images du déroulement de l'algorithme tel que vus à l'aide d'un oscilloscope.
(https://forum.arduino.cc/index.php?topic=489925.0 à la page 2)



Le signal du haut (en gris) est celui de l'interrupteur. Le passage au mode fermé montre des rebonds.
Le signal du milieu (en orange) montre les séries de lectures de la broche
Le signal du bas (en rouge) montre que bouton.closed() ne retourne vrai que si l'interrupteur est ouvert en qu'il n'y a plus de rebonds.

Afin de voir ce que fait l'algorithme, regardons la séquence d'élimination des rebonds

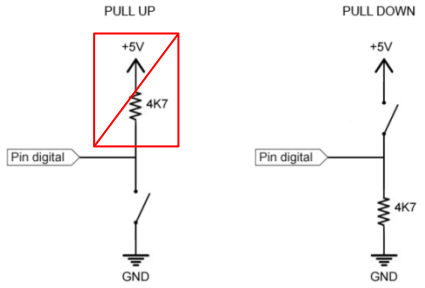


L'appel à bouton.closed() est fait à la gauche de l'image.
Dans le premier groupe de lectures, on détecte des fluctuations. On doit lire un nouveau groupe.
Dans le second groupe de lectures, on détecte encore des fluctuations. On doit lire un nouveau groupe.
Dans le troisième groupe de lectures, on détecte encore des fluctuations. On doit lire un nouveau groupe.
Dans le quatrième groupe de lectures, le signal est stable. Bouton.closed() retourne vrai.

Un deuxième appel à bouton.closed() est fait immédiatement après.
Dans le cinquième groupe de lectures, le signal est stable. Bouton.closed() retourne vrai.

LE MONTAGE DE L'INTERRUPTEUR

Il existe deux manières de monter un interrupteur :



Sur l'image de gauche, en mode d'excursion haute (pull up), une des broches de l'interrupteur est reliée à la terre (GND) et l'autre à une des broches digitales de l'Arduino. La résistance montrée (entre +5V et la broche digitale) n'a pas à être placée. Arduino possède cette résistance à l'interne.

Dans un sketch, on initialise habituellement la broche de la manière suivante :

```
pinMode(2, INPUT_PULLUP)
```

En mode d'excursion haute, quand le contact est fermé, digitalRead() retounera LOW. Quand le contact est ouvert, il retournera HIGH.

Sur l'image de droite, en mode d'excursion basse (pull down), une des broches de l'interrupteur est reliée à +5 V, et l'autre à une des broches digitales de l'Arduino. Nous **devons** placer une résistance de 4K7Ω entre la broche digitale et la terre (GND). Cette dernière nous garantit que la broche sera à LOW quand l'interrupteur est ouvert.

Dans un sketch, on initialise habituellement la broche de la manière suivante :

```
pinMode(2, INPUT)
```

En mode d'excursion basse, quand le contact est fermé, digitalRead() retounera HIGH. Quand le contact est ouvert, il retournera LOW.

LA LIBRAIRE

Pour pouvoir utiliser cette librairie, il faut d'abord l'ajouter à l'IDE de l'Arduino. Ce site explique bien comment faire : https://knowledge.parcours-performance.com/librairies-arduino-installer/

Dans le sketch, on doit mentionner que l'on désire l'utiliser. La ligne suivante doit apparaître au début du sketch, avant la section setup() :

```
#include <EdgeDebounce.h>
```

Par la suite, vous pouvez donner un nom à la broche à laquelle est attaché l'interrupteur. (Il n'est pas nécessaire de le faire, mais cela rend le code plus facile à lire par la suite et cela permet de n'avoir qu'un seul changement à faire au sketch si on change de broche en chemin.)

```
#define BROCHE_BOUTON 2
```

Par la suite, nous devons instancier l'interrupteur. On va créer un objet de la classe « EdgeDebounce » qui se nommera « bouton ». De plus on doit mentionner que la broche à laquelle est relié l'objet est « BROCHE_BOUTON ». Enfin, on doit indiquer quel montage nous avons utilisé pour relier l'interrupteur à l'Arduino (soit « PULLUP » ou « PULLDOWN »)

```
EdgeDebounce bouton(BROCHE_BOUTON, PULLUP);
```

Il n'y a rien à ajouter dans la section setup(), car la Librairie s'est chargée de déclarer le pinMode() pour nous.

Il ne reste plus qu'à lire l'interrupteur. Nous allons demander à l'objet « bouton » s'il est fermé (closed).

```
if (bouton.closed()) {
  Votre code ici;
}
```

Il est aussi possible de vérifier s'il est activé (pressed). Rappelez-vous :

- En mode d'excursion haute, pressed signifie HIGH si l'interrupteur est ouvert et LOW s'il est fermé;
- En mode d'excursion basse, pressed signifie LOW si l'interrupteur est ouvert et HIGH s'il est fermé.

```
if (bouton.pressed() == HIGH) {
  Votre code ici;
}
```

Une dernière chose. Il est possible d'ajuster la sensibilité du stabilisateur (debouncer) en modifiant la taille des rafales de lectures entre 1 et 32.

On peut utiliser le sketch exemple « TestSensitivity.ino » pour repérer plus facilement quelle sensibilité est la meilleure pour notre interrupteur ou notre application.

Dans la section setup() de notre sketch, nous mettrons :

```
bouton.setSensitivity(8);
```

On peut aussi obtenir quelle est la sensibilité actuelle avec :

```
int laSensibilite = bouton.getSensitivity();
```

EXEMPLE

```
#include <EdgeDebounce.h>

#define BROCHE_BOUTON 2

//Créer une instance de l'objet Debounce et la nommer bouton
//bouton est relié à BROCHE_BOUTON et est en mode PULLUP
EdgeDebounce bouton(BROCHE_BOUTON, PULLUP);

void setup() {
  pinMode(13, OUTPUT)
}

//LA DEL intégrée à la broche 13 s'allume quand l'interrupteur est fermé
void loop() {
  if (bouton.closed()) {
    digitalWrite(13, HIGH);
  }
  else {
    digitalWrite(13, LOW);
  }
}
```

J'espère sincèrement que la Librairie EdgeDebounce vous sera utile dans vos projets
Jacques Bellavance